

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-301055

(43)Date of publication of application : 23.10.1992

(51)Int.Cl.

C22F 1/047

C22C 21/06

(21)Application number : 03-087413

(71)Applicant : SUMITOMO LIGHT METAL IND LTD

(22)Date of filing : 28.03.1991

(72)Inventor : HIRANO SEIICHI  
YOSHIDA HIDEO

## (54) PRODUCTION OF ALUMINUM ALLOY SHEET FOR FORMING EXCELLENT IN DEEP DRAWABILITY

## (57)Abstract:

PURPOSE: To obtain the alloy sheet suitable for use in the production of automobile body sheet material and transport equipment member by applying hot rolling to an Al alloy material with a specific composition and then subjecting the resulting plate to cold working, rolling, and final heat treatment under respectively specified conditions.

CONSTITUTION: An alloy which has a composition consisting of, by weight, 3.5-6.5% Mg, 0.05-0.6% Cu, 0.01-0.15% Si, 0.01-0.20% Fe, and the balance Al and containing, if necessary, one or more kinds among 0.01-0.50% Mn, 0.01-0.20% Cr, 0.01-0.20% V, and 0.01-0.10% Zr is semicontinuously cast. The resulting ingot is hot-rolled, and the resulting plate is cold-rolled at  $\geq 50\%$  draft, process-annealed at 280-440° C for 30min-12hr, and further cold-rolled at 10-50% draft. The resulting sheet is subjected, as final heat treatment, to heating up to 450-560° C at  $\geq 100^\circ$  C/min temp. rise rate and to holding in the above temp. range for 10-300sec to undergo solution treatment, followed by cooling down to  $\geq 150^\circ$  C at a rate of  $\geq 100^\circ$  C/min. By this method, the sheet having  $\geq 28\%$  elongation and  $\geq 0.70$   $\gamma$ -value can be obtained.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-301055

(43) 公開日 平成4年(1992)10月23日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 F 1/047		9157-4K		
C 2 2 C 21/06		8928-4K		

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平3-87413

(22) 出願日 平成3年(1991)3月28日

(71) 出願人 000002277

住友軽金属工業株式会社

東京都港区新橋5丁目11番3号

(72) 発明者 平野 清一

愛知県名古屋市中区千代三丁目1番12号

住友軽金属工業株式会社技術研究所内

(72) 発明者 吉田 英雄

同所

(74) 代理人 弁理士 小松 秀岳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 深絞り性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材の製造法

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、自動車のボディシート材をはじめとする輸送機器部材の製造に適したプレス加工時の深絞り成形性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材を製造する方法に関するものである。

【構成】 Mg: 3.5~6.5%, Cu: 0.05~0.6%, Si: 0.01~0.15%未満, Fe: 0.01~0.20%未満を含み、あるいはさらに Mn: 0.01~0.50%未満, Cr: 0.01~0.20%未満, V: 0.01~0.20%未満, Zr: 0.01~0.10%未満、残Alよりなる材料を50%以上の冷延、280~440℃未満で30分以上12時間未満の中間焼鈍、10~50%未満の冷延、最終熱処理を100℃/分以上の昇温速度で450~560℃未満に加熱し、10~300秒未満保持の溶体化処理、150℃以下まで100℃/分以上の速度で冷却する。

【効果】 伸び28%以上、r値が0.70以上の深絞り成形性に優れた材料が得られる。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、Mg：3.5%以上6.5%以下、Cu 0.05%以上0.6%以下、Si：0.01%以上0.15%未満Fe：0.01%以上0.20%未満を含有し、残部はAlからなる合金を半連続鋳造し、得られた鋳塊を熱間圧延後、加工度50%以上の冷間圧延を施した後、280℃以上440℃未満で30分以上12時間未満の中間焼鈍を施し、さらに10%以上50%未満の加工度の冷間圧延を施し、最終熱処理として100℃/分以上の昇温速度で450℃以上560℃未満に加熱し、この温度範囲で10秒以上300秒未満の保持の溶体化処理後、150℃以下まで100℃/分以上の速度で冷却することを特徴とする深絞り性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材の製造法。

【請求項2】 重量%で、Mg：3.5%以上6.5%以下、Cu：0.05%以上0.6%以下、Si：0.01%以上0.15%未満、Fe：0.01%以上0.20%未満を含有し、さらにMn：0.01%以上0.50%未満、Cr：0.01%以上0.20%未満、V：0.01%以上0.20%未満、Zr：0.01%以上0.10%未満の1種以上を含有し、残部はAlからなる合金を半連続鋳造し、得られた鋳塊を熱間圧延後、加工度50%以上の冷間圧延を施した後、280℃以上440℃未満で30分以上12時間未満の中間焼鈍を施し、さらに10%以上50%未満の加工度の冷間圧延を施し、最終熱処理として100℃/分以上の昇温速度で450℃以上560℃未満に加熱し、この温度範囲で10秒以上300秒未満の保持の溶体化処理後、150℃以下まで100℃/分以上の速度で冷却することを特徴とする深絞り性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材の製造法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、自動車のボディシート材をはじめとする輸送機器部材の製造に適したプレス加工時の深絞り成形性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材の製造法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来より、自動車のボディシート材をはじめとする輸送機器用材料として各種アルミニウム合金が開発され、使用されている。特に近年の地球温暖化対策の各種法規制の強化により、多くの部品を鉄鋼材料からアルミニウム合金に転換して軽量化する動きが活発である。

【0003】例えば、自動車ボディシート材としては、1) 成形性、2) 形状凍結性（プレス加工時に型の形状が正確に出ること）、3) 高強度、4) 耐デント性、5) 耐食性等の性能が満たされることが必要である。このなか、日本では鉄鋼材料ならびにアルミニウム合金を使用する上で、成形性の良い材料の開発に重点がおかれ

てきた。したがって、合金としては5000系のAl-Mg-Zn-Cu合金（特開昭53-103914、特開昭58-171547）及びAl-Mg-Cu合金（特開平2-57655）等が開発され、実用化されてきた。

【0004】これに対して、欧米では成形性は5000系合金より劣るが、強度の優れた6000系（Al-Mg-Si系合金）の6009、6111、6016合金が開発されている。

10 【0005】以上の成形性を向上するに当り、材料開発の指標としては、一軸変形である伸びや張り出し特性であるエリクセン値が多く用いられてきている。しかし、各種自動車部材、例えば成形の厳しい自動車のボディパネルインナー材の成形には、伸びや張り出しばかりでなく、深絞り特性も向上させることが必要であり、深絞り性の指標としてはr値（ランクフォード値）がしばしば用いられる。r値は、その値が大きいほど板厚の変化に対する板幅方向の変化が大きいことを意味する。つまり、深絞りの要素が大きい材料のプレス成形において、材料が破断なく流れ込み、成形し易いことを示し、鉄鋼材料ではr値向上の材料開発が既に多く行われている。r値の測定方法についてはJISには規定がないが、例えばASTM E571に示されている。

20 【0006】自動車ボディシート用として開発された5000系合金の既公開文献としては、前述のもの他、特公昭62-42985、特開昭62-27544、特開昭62-207850、特開昭63-69952、特開平1-198456、特開平1-225738、特開平2-118049、特開平1-219139、特開平2-118050等がある。しかし、この中のいくつかはLDRで深絞り性を表現しているが、いずれも伸びやエリクセン値の向上に主力をおいた開発であり、r値について検討を加えたものはない。

30 【0007】自動車ボディパネル用合金のr値の記述としては、例えば住友軽金属技報、27（1986）、198や神戸製鋼技報、40（1990）、99などがあるが、5000系合金では、r値（各方向の平均値）が0.6程度の値がほとんどである。又、例えばアルミニウム合金板の成形性、軽金属学会研究部会報告書No. 12（1985.4）で、各種アルミニウム合金の評価が行われているが、伸びが低い材料ではr値が1以上の高いものもあるが、伸びが28%以上で、r値が0.7以上の成形性の良好な材料はない。したがって、r値が0.7～0.8以上で、深絞り成形性が良好で、かつ、他の性質である伸びやエリクセン値も良好な材料の開発が強く望まれていた。

## 【0008】

40 【発明が解決しようとする課題】本発明は、化学成分及び加工熱処理工程の詳細な検討により、r値が0.70以上で伸びが28%以上のプレス加工用の材料を提供す

るものである。熱間加工後に中間焼鈍を加えることは、例えば特開昭62-146234で示されている。これは熱間圧延の直後に中間焼鈍を加えるものであるが、本発明はこれとは全く異なる観点からなされたもので、熱間加工後の冷間加工→中間焼鈍→冷間加工→最終熱処理の最適な組合せにより上記目的を達成するものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、重量%でMg:3.5%以上6.5%以下、Cu:0.05%以上0.6%以下、Si:0.01%以上0.15%未満、Fe:0.01%以上0.20%未満を含有し、あるいはさらに、Mn:0.01%以上0.50%未満、Cr:0.01%以上0.20%未満、V:0.01%以上0.20%未満、Zr:0.01%以上0.10%未満の1種以上を含有し、残部はAlからなる合金を半連続鋳造し、得られた鋳塊を熱間圧延後、加工度50%以上の冷間圧延を施した後、280℃以上440℃未満で30分以上、12時間未満の中間焼鈍を施し、さらに10%以上50%未満の加工度の冷間圧延を施し、最終熱処理として100℃/分以上の昇温速度で450℃以上560℃未満に加熱し、この温度範囲で10秒以上300秒未満の保持の溶体化処理後、150℃以下まで100℃/分以上の速度で冷却することを特徴とする深絞り性に優れた成形加工用アルミニウム合金板材の製造法である。

【0010】以上の組成及び処理条件の限定理由は下記のとおりである。Mg:固溶体硬化により合金の強度を得る上で必要である。3.5%未満では十分な強度が得られず、6.5%を越えると熱間圧延時に圧延割れを起こしやすく、現時点では工業的ではない。

【0011】Si、Fe:下限未満では、99.99%ベース高純度地金を大量に使用しなければならず、工業的でない。又、その上限を越えて含まれると高延性が得られない。特にこれらの不純物の量の許容範囲はSiの方をFeよりも厳しくしている。Siは理想的には0.05%未満である。

【0012】Cu:添加することにより強度を増すとともに、S相の析出により熱間加工時に均一変形を促進し、延性に優れた良好な材料を得ることができる。しかし、この高延性を得るメカニズムについては、また不明な点も多い。下限未満では十分な強度と伸びが得られない。より好ましくは0.15%以上の添加とする。また、上限を越えて添加すると耐食性が良好な材料を得ることができない。

【0013】Mn、Cr、V、Zr:添加することによりさらに強度を増し、又、結晶粒を均一化することがで

き、成形性が向上する。しかし、その上限以上の添加では粗大な金属間化合物が増えてくるため成形性が低下し、又、結晶粒が細かくなりすぎて、ストレッチャストレーンマークが発生し易くなる。

【0014】中間焼鈍前の冷間加工度:50%未満ではr値を向上させることができない。望ましくは冷間加工度65%以上である。

【0015】中間焼鈍:所定の加工度の冷間加工の間に行うことによりr値を向上させることができる。下限未満の温度もしくは時間では最終熱処理後のr値が向上しない。又、上限を越える温度では結晶粒が粗大化し、好ましくない。さらに、上限を越える長い時間中間焼鈍を施してもそれ以上の効果が期待できず工業的でない。

【0016】中間焼鈍後の冷間加工度:下限より少ないと最終熱処理後に結晶粒が粗大化し、プレス成形時に肌荒れし好ましくない。又、r値も低くなる。一方、上限よりも大きいとr値の平均値が小さくなる。

【0017】溶体化処理条件:100℃/分未満の昇温速度では結晶粒が粗大化し、成形性が劣る。又、加熱温度は450℃未満では、Cu系の析出物の固溶が不十分であり、延性が低く、560℃以上では高温酸化により製品としての価値が劣る。又、450℃以上の保持時間は10秒未満では析出物の固溶が不十分であり、300秒以上保持してもそれ以上性能が上がることはなく、工業的に意味がないばかりか、表面酸化皮膜が厚くなり、溶接時に表面のみ接触抵抗が高くなり、健全な溶接ができなくなる可能性がある。さらに過剰に溶体化処理を行うと結晶粒が粗大化しプレス成形時に肌荒れを起こす危険性がある。肌荒れは結晶粒径が100μm(理想的には50μm)以下とすることにより防ぐことが可能で、目に見えない所ではそれほど問題とならないが、例えば自動車の外板のように目につくところでは製品として問題となる。さらに、溶体化処理後の150℃までの冷却速度は100℃/分未満では粒界に金属間化合物や不純物が析出し、延性が低下するので成形性が劣る。

【0018】

【実施例】表1に示す合金を半連続鋳造後、500℃で8時間の均質化処理を行った後、室温まで冷却し、鋳肌部の表面切削を行った。次に500℃まで再加熱し、熱間圧延を開始し、所定の厚さとした。そして、表2に示す加工度の冷間圧延、中間焼鈍、冷間圧延を経て、厚さ1mmの板とした。さらに、連続焼鈍炉において最終熱処理(溶体化処理)を行い、冷却の後レベラー矯正を施した。

【0019】

【表1】

試料No		Mg	Cu	Si	Fe	Mn	Cr	V	Zr	Al
本 発 明 例	1	4.5	0.15	0.04	0.09	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	残
	2	4.8	0.45	0.03	0.07	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	残
	3	3.9	0.15	0.06	0.11	0.35	0.04	0.02	<0.01	残
	4	4.4	0.18	0.03	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	0.07	残
	5	4.6	0.38	0.05	0.07	0.14	0.03	<0.01	<0.01	残
	6	4.6	0.38	0.05	0.07	0.14	0.03	<0.01	<0.01	残
	7	4.6	0.38	0.05	0.07	0.14	0.03	<0.01	<0.01	残
	8	4.6	0.38	0.05	0.07	0.14	0.03	<0.01	<0.01	残
	9	5.4	0.10	0.04	0.07	0.25	0.02	<0.01	<0.01	残
	10	5.4	0.10	0.04	0.07	0.25	0.02	<0.01	<0.01	残
	11	5.4	0.10	0.04	0.07	0.25	0.02	<0.01	<0.01	残
比 較 例	1	3.2	<0.01	0.04	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	残
	2	4.7	0.65	0.20	0.28	0.10	<0.01	<0.01	<0.01	残
	3	4.8	0.25	0.05	0.07	0.10	0.03	<0.01	<0.01	残
	4	4.8	0.25	0.05	0.07	0.10	0.03	<0.01	<0.01	残
	5	4.8	0.25	0.05	0.07	0.10	0.03	<0.01	<0.01	残
	6	4.8	0.25	0.05	0.07	0.10	0.03	<0.01	<0.01	残

注：上記成分の他に、鑄造組織の微細化の目的で、0. 【0020】

0.1%のTi及び高温酸化防止の目的で1ppmのBe 40 【表2】

が添加されている。

	熱間 圧延 板厚 (mm)	中間焼 鈍前冷 間加工 度 (%)	中間焼 鈍 ℃×h	中間焼 鈍後冷 間加工 度 (%)	最 終 熱 処 理			
					昇温速 度 ℃/min	450℃ 以上の 保持時 間(s)	最高到 達温度 (℃)	冷却速 度 ℃/min

7		8							
本 発 明 例	1	4.5	7 0	320 4	25	9 0 0	4 0	5 4 0	8 0 0
	2	4.5	7 0	320 4	25	9 0 0	4 0	5 4 0	8 0 0
	3	3.0	5 8	310 5	20	9 0 0	5 0	5 5 0	9 0 0
	4	4.9	6 8	390 3	36	9 0 0	5 0	5 5 0	1300
	5	5.0	7 2	290 10	29	7 0 0	4 0	5 4 5	8 0 0
	6	4.5	5 9	350 4	46	7 0 0	4 0	5 4 5	8 0 0
	7	4.8	7 0	330 8	31	7 0 0	4 0	5 4 5	8 0 0
	8	4.0	6 9	390 1	20	7 0 0	4 0	5 4 5	8 0 0
	9	4.4	5 5	360 3	49	7 0 0	4 5	5 5 0	8 0 0
	10	5.0	7 3	350 6	25	7 0 0	4 5	5 5 0	8 0 0
	11	7.1	8 0	340 5	30	7 0 0	4 5	5 5 0	8 0 0
比 較 例	1	5.0	7 0	350 4	33	7 0 0	4 0	5 2 0	8 0 0
	2	5.0	7 0	350 4	33	7 0 0	4 0	5 2 0	8 0 0
	3	5.0	0	350 4	80	8 0 0	5 0	5 4 0	8 0 0
	4	5.0	3 0	390 2	71	8 0 0	5 0	5 4 0	8 0 0
	5	4.0	6 5	250 0.1	29	8 0 0	5 0	5 4 0	8 0 0
	6	5.0	7 8	360 7	8	8 0 0	5 0	5 4 0	8 0 0

【0021】表2に供試材の評価結果を示す。評価はJIS 5号試験片（標点距離50mm）を用い、ひずみ速度50%/分での圧延平行方向を引張方向とする引張試験、エリクセン試験を行った。r値については上記の引張試験片を用い、0%及び15%引張変形したところでの測定から求めた。さらに、50mm×100mmの大きさの試験片を用いた5%塩化ナトリウム水溶液による1000時間の塩水噴霧試験を行った。判定は、引張

強さが200MPa以上、伸びが28%以上、エリクセン値が10.0mm以上、r値が0.7以上であり、かつ塩水噴霧試験において0.02mm以上の深さの孔食が発生しなかった材料を合格とした。結晶粒径については板面の観察において100μm以下を合格とした。

【0022】

【表3】

試料No		引張特性			エリク セン値 (mm)	r 値 (平均)	結晶 粒径 μm	塩水噴 霧試験 結果
		$\sigma_B$ (MPa)	$\sigma_{0.2}$ (MPa)	$\delta$ (%)				
本 発 明 例	1	270	130	30	10.3	0.82	40	○
	2	280	140	31	10.4	0.78	35	○
	3	250	130	30	10.8	0.73	30	○
	4	260	120	31	10.3	0.81	30	○
	5	270	120	29	10.3	0.85	35	○
	6	270	120	32	10.3	0.72	30	○
	7	270	120	31	10.4	0.78	30	○
	8	270	120	30	10.5	0.84	35	○
	9	270	120	33	10.6	0.71	30	○
	10	270	120	34	10.7	0.85	30	○
	11	270	120	33	10.6	0.90	30	○
比 較 例	1	190	80	33	11.3	0.81	45	○
	2	290	150	25	9.5	0.77	30	孔食発 生
	3	270	130	30	10.3	0.61	30	○
	4	270	130	30	10.3	0.67	30	○
	5	270	130	30	10.3	0.68	30	○
	6	270	130	25	10.4	0.80	110	○

【0023】本発明例1～11は、いずれも要件が特許請求の範囲内であり、良好な性能が得られている。比較例1はMg量が特許請求の範囲の下限より少ないため、引張強さが低く、構造部材としては適切でない。比較例2はFe及びS量が特許請求の範囲の上限よりも多かったため、伸び及びエリクセン値が低くなった。又、Cu量が特許請求の範囲の上限よりも多かったため、塩水噴霧試験で孔食が発生した。比較例3及び4は、いずれも中間焼鈍前の冷間加工度が特許請求の範囲の下限より

も低く、又、中間焼鈍後の冷間加工度が特許請求の範囲の上限よりも大きかったため、r値が小さくなった。比較例5は中間焼鈍の温度及び時間が特許請求の範囲の下限より小さかったため、r値が小さくなった。比較例6は中間焼鈍後の冷間加工度が特許請求の範囲の下限より小さかったため、伸びが低く又結晶粒が粗大化した。以上により比較例はいずれも本発明例よりも明らかに劣るものである。

【0024】

11

【発明の効果】本発明によれば、伸びが28%以上、r値が0.70以上の深絞り特性の優れたプレス加工用アルミニウム合金板材を得ることができ、従来プレス成形できなかった厳しい形状、特に絞り成形性が重要な自動

12

車のボディパネルをはじめ、その応用として各種用途の部材が成形でき、アルミニウム合金材料の用途を広げることが可能になる。